

Estudos de espécie nativa exposta a elevados teores de elementos-traço em área de mineração de zinco⁽¹⁾.

Flávia Maia Serra⁽²⁾; Douglas Carvalho Amaral⁽³⁾; Jéssica Cristina Teodoro⁽⁴⁾; Olívia Graziela Gelioli do Carmo⁽⁴⁾; Cláudia Regina Gontijo Labory⁽⁵⁾; Luiz Roberto Guimarães Guilherme⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Rede de Pesquisa Recuperamina (FAPEMIG/VALE) e da Votorantim Metais. ⁽²⁾ Graduanda, Universidade Federal de Lavras, Lavras – MG, flah_serra@hotmail.com ⁽³⁾ Doutorando, UFLA, amaralcd@yahoo.com.br. ⁽⁴⁾ Graduanda, UFLA, e.e.s.m0013@gmail.com; liv.cbio@gmail.com. ⁽⁵⁾ Pós-Doutoranda, UFLA, clabory@hotmail.com. ⁽⁶⁾ Professor orientador, UFLA, guilherm@dcs.ufla.br.

RESUMO: A fitorremediação é o método mais viável de descontaminação de solos contaminados por elementos-traço, por ser a técnica que menos agride o ambiente. Assim, o objetivo do presente trabalho foi determinar as concentrações de Cd, Pb e Zn em uma espécie nativa em área contaminada visando estudar a viabilidade de utilizá-la em programas de fitorremediação. O estudo foi realizado em uma área de mineração de zinco. Com base em resultados prévios, selecionaram-se seis áreas representativas, nas quais a espécie *Gomphrena claussenii* Moq. foi coletada devido a sua ampla distribuição na área. O solo coletado foi encaminhado ao Laboratório de Geoquímica, Departamento de Ciência do Solo, na Universidade Federal de Lavras, para determinação dos teores dos elementos-traço. Os teores totais de Cd, Pb e Zn do solo e da parte aérea e raiz foram obtidos por digestão, de acordo com o método 3051A da Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana e, em seguida, determinados por espectrofotometria de absorção atômica. As maiores concentrações totais de elementos-traço encontradas nos solos foram: para Zn 77665 mg kg⁻¹, Cd 228,38 mg kg⁻¹ e Pb 3223 mg kg⁻¹. A espécie apresentou maior teor destes elementos na raiz, comparativamente à parte aérea, variando as concentrações respectivamente para Zn, 980 a 5559 mg kg⁻¹ e 230 a 10434 mg kg⁻¹, para Pb, 230 a 661 mg kg⁻¹ e 32 a 580 mg kg⁻¹, para Cd, 10 a 94 mg kg⁻¹ e 6 a 96 mg kg⁻¹. Os resultados obtidos indicam que a espécie pode ser considerada como hiperacumuladora de elementos-traço, como Zn e Cd.

Termos de indexação: *Gomphrena claussenii* Moq., Solos contaminados, Fitorremediação.

INTRODUÇÃO

Os elementos-traço são atualmente um problema de grande interesse ambiental. Pelo fato de poderem se acumular na cadeia alimentar, seu excesso pode ser prejudicial aos organismos vivos. Além disso, os problemas causados por alguns destes elementos-traço à saúde humana e dos

animais é agravado pela sua longa persistência no meio ambiente.

Várias são as tecnologias utilizadas para a descontaminação ambiental em ecossistemas afetados por excesso de elementos-traço. No entanto, muitas destas tecnologias são de elevado custo (Tu & Ma, 2002) ou não alcançam a longo tempo resultados satisfatórios, além de agredir severamente o ambiente. Neste sentido, os métodos tradicionais de remediação de solo contaminados precisam ser substituídos por métodos com custos mais baixos e menos agressivos ao meio ambiente. A fitorremediação é uma técnica emergente para descontaminação ambiental (Lindblom et al., 2006), de baixo custo e que gera o mínimo de perturbação ao solo quando comparado com outras técnicas (Henry, 2000). Esta técnica apresenta inúmeras vantagens, dada a sua natureza permanente, combinada aos baixos custos de manutenção, à proteção contra a erosão eólica e hídrica, à melhoria na estrutura do solo, ao aumento da fertilidade do solo e a recuperação da estética das áreas contaminadas (Raskin & Ensley, 2000).

O objetivo deste trabalho foi determinar as concentrações de Cd, Pb e Zn em uma espécie desenvolvida naturalmente em áreas contaminadas visando estudar a viabilidade de se utilizar esta espécie em programas de fitorremediação.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição do local de estudo

O local onde as espécies e as amostras de solo foram coletadas localiza-se no entorno e dentro de uma cava de mineração, doravante denominada de Cava 3A, a qual se encontra localizada numa área de mineração de zinco, na cidade de Vazante, no noroeste de Minas Gerais.

Coleta das amostras vegetais

Com base nos resultados das análises efetuadas em 20 amostras de solos coletadas no entorno e dentro da cava 3A, foram selecionadas seis áreas representativas para uma nova coleta visando à continuidade dos estudos envolvendo a

recuperação de áreas degradadas. Ressalta-se que essas seis áreas foram escolhidas pelo fato de, segundos resultados prévios, apresentarem os principais atributos que possam vir a limitar o desenvolvimento de plantas. Uma espécie foi selecionada, coletada e identificada como *Gomphrena claussenii* Moq. A coleta desta espécie se justifica pela ampla distribuição da mesma na área e, mais especificamente, nos pontos coletados.

Concentração total de metais no solo – USEPA 3051A

O solo coletado foi encaminhado ao Laboratório de Geoquímica, Departamento de Ciência do Solo (DCS), da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. A extração de Cd, Pb e Zn foi feita por digestão, de acordo com o método 3051A, da Agência de Proteção Ambiental Norte-Americana (USEPA, 1998). Posteriormente, Cd, Pb e Zn foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando equipamento Perkin Elmer AAnalyst 800[®] com atomizador tipo chama ou forno de grafite. O controle e a garantia da qualidade dos resultados das análises de Cd, Pb e Zn foram assegurados pelo uso de material de referência BCR-142R (*Light Sandy Soil*) em cada bateria de análise, bem como de uma amostra em branco. Os resultados obtidos foram satisfatórios, com recuperação de 74% a 120%.

Análise dos teores de elementos-traço na planta

Após a coleta, as plantas foram separadas em parte aérea (folha e caule) e raiz e, em seguida, levadas ao Laboratório de Geoquímica, Departamento de Ciência do Solo, da Universidade Federal de Lavras, para análises. A parte aérea foi lavada em água deionizada e as raízes foram imersas em solução de ácido clorídrico 10% (v/v) por um minuto e, em seguida, enxaguadas em água deionizada. A seguir, ambas as partes foram secas em estufa (65-75°C), até atingir massa constante. A massa da matéria seca foi determinada em balança de precisão (0,01 g) e, em seguida, a matéria seca foi moída em moinho tipo Wiley equipado com peneira com malha de 0,38 mm, para ser analisada quimicamente. O material moído foi digerido segundo o método 3051A descrito previamente. A partir dos extratos, foram determinados os teores de Cd, Pb e Zn por espectrofotometria de absorção atômica, utilizando equipamento Perkin Elmer AAnalyst 800[®], conforme já descrito.

O controle e a garantia da qualidade dos resultados das análises de Cd, Pb e Zn foram assegurados pelo uso de material de referência BCR-482 Lichen proveniente do Institute for

Reference Material and Measurements - European Commission (IRMM) em cada bateria de análise, bem como de uma amostra em branco. Os resultados obtidos foram satisfatórios, com recuperação de 80% a 98% para Cd, de 73% a 81% para Pb e de 74% a 89% para Zn.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concentração de elementos-traço nos solos

A concentração total dos elementos-traço nos solos estudados pode ser observada na **Tabela 1**. Altos teores de Zn, Cd e Pb foram encontrados em todos os solos, ressaltando que para o solo P1, amostra usada como referência, estes teores foram menores. A grande concentração destes elementos está diretamente relacionada ao uso desta área pela atividade mineradora.

A concentração de elementos-traço nos solos foi altamente variável, decrescendo do solo P18 para o solo P1, na seguinte ordem P18 > P7 > P12 > P9 > P17 > P1. As maiores concentrações totais de elementos-traço, de uma maneira geral, foram encontrados no solo P18, sendo, para Zn 77665 mg kg⁻¹, Cd 228,38 mg kg⁻¹ e Pb 3223 mg kg⁻¹.

Concentração de elementos-traço em plantas

De uma maneira geral, *Gomphrena claussenii* Moq. apresentou maior teor de Cd, Pb e Zn na raiz, comparativamente à parte aérea, característica encontrada na maioria das espécies tolerantes e acumuladoras desses metais (Yoon et al., 2006). As concentrações variaram na raiz e na parte aérea, respectivamente (**Figura 1**):

- para Zn, 980 a 5559 mg kg⁻¹ e 230 a 10434 mg kg⁻¹;

- para Pb, 230 a 661 mg kg⁻¹ e 32 a 580 mg kg⁻¹;

- para Cd, 10 a 94 mg kg⁻¹ e 6 a 96 mg kg⁻¹.

As concentrações normais e tóxicas de elementos-traço (mg kg⁻¹) em plantas são, respectivamente, consideradas de 27 a 150 e 100 a 400 para Zn; 0,05 a 0,2 e 5 a 30 para Cd; e, 5 a 10 e 30 a 300 para Pb (Kabata-Pendias & Pendias, 2001). As concentrações apresentadas na espécie estudada foram superiores aos limites tóxicos para os elementos estudados, indicando ainda que, a espécie que está se desenvolvendo nestes solos contaminados é tolerante a estes metais, assim como observado em estudo realizado por (Ha et al. 2011), analisando diferentes espécies coletadas em área de mineração no Vietnã do Norte.

Dentre as espécies capazes de acumular altas concentrações de Cd, Pb e Zn, poucas têm o mecanismo de acumulação dos dois elementos, simultaneamente. (Wang et al. 2009), estudando 68 espécies em uma área de mineração de Zn e Pb na



China, encontraram 6 espécies hiperacumuladoras, sendo, apenas uma, hiperacumuladora de Pb, Cd e Zn. Essa capacidade fitoextratora múltipla é essencial para remediação das áreas contaminadas por meio da mineração ou beneficiamento de Zn, uma vez que não só Zn, mas também Cd e Pb se encontram presentes nessa condição. Esta característica, relatada para a espécie em estudo, ressalta o seu grande potencial de uso em programas de fitorremediação de áreas de mineração de zinco.

WANG, S. L. et al. Hyperaccumulation of lead, zinc, and cadmium in plants growing on a lead/zinc outcrop in Yunnan Province, China. *Environmental Geology*, 58:471–476, 2009.

YOON, J. et al. Accumulation of Pb, Cu, and Zn in native plants growing on a contaminated Florida site. *Science of Total Environment*, 2006. 368, 456–464.

CONCLUSÕES

Os resultados deste estudo indicam que *Gomphrena claussenii* Moq. é considerada como hiperacumuladora de elementos-traço, a princípio, dos elementos Zn e Cd.

AGRADECIMENTOS

A Fapemig, Capes e CNPq, pelo apoio financeiro e pela concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

HA, N. T. H. et al. Uptake of metals and metalloids by plants growing in a lead–zinc mine area, Northern Vietnam. *Journal of Hazardous Materials*, 186: 1384–1391, 2011.

HENRY, J. R. An overview of the phytoremediation of lead and mercury, 51p, 2000. Disponível em: <<http://www.clu-in.org>>.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. 3 ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. 413 p.

LINDBLOM, S. D. et al. Constitutive expression of a high-affinity sulfate transporter in Indian mustard affects metal tolerance and accumulation. *Journal of Environmental Quality*, 35:726–733, 2006.

RASKIN, I. et al. Bioconcentration of heavy metals by plants. *Current Opinion in Biotechnology*, 5:285-290, 1994.

RASKIN, I. & ENSLEY, B. *Phytoremediation of toxic metals: using plants to clean up the environment*. 1. ed. New York: John Wiley & Sons, 2000. 304p.

TU, C.; MA, L. Q. Effects of arsenic concentrations and forms on arsenic uptake by the hyperaccumulator ladder brake. *Journal of Environmental Quality*, 31:641-647, 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. Method 3051a - Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. 1998.

Tabela 1. Concentração total de elementos-traço nos solos.

Elementos-traço (mg kg ⁻¹)	Solos					
	P1	P7	P9	P12	P17	P18
Zinco	1446 a	23315 c	1069 a	15514 b	896 a	77665 d
Cádmio	5,05 a	147,40 c	4,48 a	92,44 b	4,33 a	228,38 d
Chumbo	202 a	1777 b	3586 d	3208 c	1883 b	3223 c

*Valores médios seguidos pela mesma letra na linha não são significativamente diferentes de acordo com o teste de Scott Knott ($p < 0.05$).

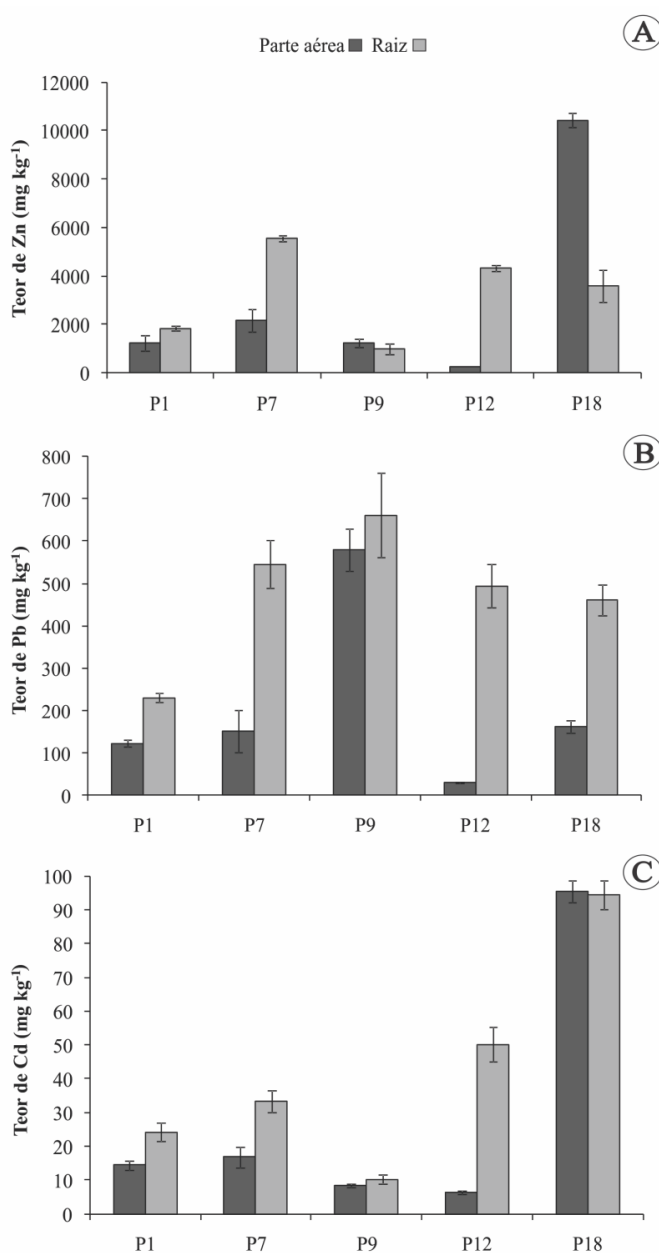


Figura 1. Concentração de Zn (A), Pb (B) e Cd (C), em raiz e parte aérea, para a espécie *Gomphrena claussenii* Moq, nos diferentes pontos de coleta.